

Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie, -Histologie
und -Embryologie
der Freien Universität Berlin

Zur Form und Funktion des Kopulationsorganes beim Haushuhn (Gallus domesticus)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Dirk Berens von Rautenfeld
Tierarzt aus Berlin

Berlin 1973
Journal-Nr. 833

Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie, -Histologie
und -Embryologie
der Freien Universität Berlin

Zur Form und Funktion des Kopulationsorganes beim Haushuhn (*Gallus domesticus*)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Dirk Berens von Rautenfeld

Tierarzt aus Berlin

Berlin 1973
Journal-Nr. 833

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Vorsitzender des Fachbereichsrats: Prof. Dr. H.-J. Sinell
Referent: Prof. Dr. F. Preuß
Korreferent: Prof. Dr. G. Monreal



Tag der mündlichen Prüfung: 11. 7. 1973
Tag der Promotion: 11. 7. 1973

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsverzeichnis

I.	Einleitung.....	1
II.	Material und Technik.....	4
III.	Makroskopische Befunde.....	7
	A. Die Lymphfalten.....	7
	B. Der Colliculus phalli und die Crura phalli.....	8
	C. Der Lymphobulbus phalli.....	12
IV.	Mikroskopische Befunde.....	13
	A. Der Lymphobulbus phalli.....	13
	B. Der Ductus lymphaticus bulbospongiosus.....	17
	C. Das Corpus lymphospongiosum.....	18
	D. Die Plicae lymphaticae und paralymphaticae.....	21
	E. Lymphzellnester und sensible Endkörperchen.....	22
V.	Funktionelle Betrachtung und Diskussion.....	23
	Zusammenfassung.....	27
	Abbildungen.....	29
	Literaturverzeichnis.....	37

I. Einleitung, Literatur und Terminologie

Das Kopulationsorgan von Gallus ist wenig bekannt. Das liegt teils an seiner Undeutlichkeit und teils an der Unzulänglichkeit seiner morphologischen und funktionellen Bestandsaufnahme. Das vermehrte klinische Interesse besonders im Rahmen der künstlichen Besamung hat in jüngerer Zeit funktionelle Daten hervorgebracht, die einer morphologischen Untermauerung bedürfen. Das zeigt nachstehende kurze Literaturübersicht.

Vom bekannten und unübersehbaren Kopulationsorgan des Erpels ausgehend, berichtet TANNENBERG (1810) vom Ergebnis seiner Suche nach einem vergleichbaren Organ bei Landvögeln. Er stellt fest, daß die Mündungspapillen der Samenleiter nicht als Begattungsorgan angesprochen werden dürfen. Dabei entdeckt er lateral der ampullenartigen Erweiterung der Samenleiterenden eine rundliche rote "Drüse", die ihren schleimartigen Inhalt über die Samenleitererweiterung in die Kloake schickt. Sie ist deshalb möglicherweise als Prostata aufzufassen.

Dieser "Tannenbergsche Körper" (R. MÜLLER, 1908) wird von TANNENBERG (1810) und BARKOW (1830) auch "Corpus cavernosum" und von J. MÜLLER (1838) "Gefäßkörper" genannt. Nach ECKHARD (1873) besteht ein direkter lymphatischer Zusammenhang zwischen diesem Körper und dem kavernösen Gewebe des Phallus bei Ganter und Erpel, wobei der "Tannenbergsche Körper" kaum anschwellt. R. MÜLLER (1908) steuert erste und bis heute unwidersprochene histologische Daten über den "Tannenbergschen Körper" bei. Er sei von einer fibrösen Hülle umgeben, ohne eine Kapsel zu besitzen. Darauf folge ein Lymphsack, in welchem der nicht erektile Körper liege, der selbst aus Blutgefäßkonvoluten bestehe, die von einem dichten lymphoretikulären Gewebe umgeben würden, das seinerseits von radiär angeordneten Lymphspalten durchsetzt würde. Der Körper werde von marklosen Nervenfasern versorgt. Bei elektrischer Reizung würden die Kernvolumina größer und die Nucleoli deutlicher.

LIEBE (1914) führt die seither vielgebrauchte Bezeichnung "gefäßreicher Körper" ein und fügt hinzu, daß die Lymphe aus den Ästen der sich in ihm verzweigenden A. pudenda int. in die Lymphspalten abgegeben wird. Danach werde die Lymphe durch den M. sphincter cloacae in den Erpelphallus gedrückt. Der Hahn besitze, wie dies CUVIER schon ohne ausdrückliche Nennung dieser Species gesagt hatte, statt eines prominierenden Phallus ventral in der Kloake - im Proctodaeum - einen erektilen, warzenartigen Höcker, der ein Phallusrudiment darstelle. Ob Rudimentum hierbei als Residuum oder als Anbildung aufgefaßt wird, ist nicht klar. Nach Paula HERTWIG (1927) ist dieser Höcker oder Fortsatz bei allen soeben geschlüpften Hühnerküken vorhanden und bei Junghähnen bis zum 10. Tag nachzuweisen.

Inzwischen hatte die japanische Methode der Geschlechtsbestimmung von Eintagsküken, die nach Form und Größe dieses Höckers erfolgt, zu weiteren Untersuchungen angeregt. MACDONALD/TAYLOR (1933) fanden den Höcker vom 6. Bebrütungstag an bei Hahn und Henne ausgebildet und von zwei "oblique folds" umgeben. Bei männlichen Embryonen sind Höcker und Falten am 12. - 17. Tag deutlich vergrößert, und alle drei Teile bleiben postembryonal erhalten. Bei ausgewachsenen Kapaunen ist eine völlige Rückbildung nicht immer festzustellen.

Nach BURROWS/QUINN (1937) wird das erigierte Kopulationsorgan samt beider Samenleiterpapillen während der Kopulation äußerlich sichtbar aus der Kloake herausgeklappt, wobei die Mündung der Samenleiter von einer medianen Samenrinne fortgesetzt wird, die bis zum spitzen Distalende des Phallus verläuft. Weitere funktionelle Daten förderte vor allem NISHIYAMA (1950 a, b, c, 1954, 1955) zutage. Nach ihm besteht der Phallus aus den beiden Hauptteilen Clitoris und Labia minora, die je von einer Lymphfalte als Nebenteil flankiert werden. Weitere Nebenteile seien außer den Mm. retractor penis ant. und post. der "Tannenbergsche Körper" samt Verbindungsgang zwischen ihm und den Hauptteilen. Später kamen für alle diese Teile von MASUI (1925) stammende deskriptive englische Termini in Gebrauch, denen nach tabellarischer Anführung aller Synonyma, die in

Anlehnung an PREUSS (1972) vorgeschlagenen und künftig gebrauchten Termini gegenübergestellt seien.

1.Hauptteil	2.Hauptteil	3.Hauptteil	4.Hauptteil	5.Hauptteil
Warze Höcker Fortsatz Clitoris white body	Labia minora oblique folds round folds	Schwell- gewebe der Hauptteile 1 + 2	Connecting portion Verbindungs- gang zwischen 3 + 5	Tannenbergscher Körper Prostata Corp. cavernosum Gefäßkörper vascular body
Colliculus phalli (Phallushöcker)	Crura phalli (Phallusschenkel)	Corpus lympho- spongiosum (Lymphschwammkörper)	Ductus lymphaticus bulbospongiosus (Schwellgang)	Lymphobulbus phalli (Lymphbildungs- körper)

Nebenteile

lymph folds second.folds akzess.Drüse	(lymph folds)	M. retractor penis ant.	M. retractor penis post.
Plicae lymphaticae (Lymphfalten)	Plicae para- lymphaticae (Nebenlymphfalten)	M. retractor phalli cran.	M. retractor phalli caud.

Tabelle 1: Hauptteile und Nebenteile des Kopulationsorganes bei Gallus in bisheriger und neuer Terminologie.

Die Begründung für die Benennung einzelner Teile wird sich teilweise erst bei der Befundbeschreibung ergeben. Den Literaturauszug beendend, kann der Hahn nach NISHIYAMA (1950 b) den Colliculus und die Crura mehrere Male hintereinander zur Erektion bringen. Dabei schwellen die Crura am stärksten an, die nach

NISHIYAMA (1950 c) mit ihrer Längsachse entweder longitudinal oder transversal neben dem Colliculus liegen können und gelegentlich als Doppel-Crura ausgebildet sind.

Die Lymphfalten würden von derselben Lymphe durchflossen, die vorher den Colliculus zur Erektion gebracht habe. Aus diesem Grunde zählt der Autor diese Falten zu den Hilfsorganen des Kopulationsorganes. Von besonderem Interesse ist dabei, daß die Lymphfalten ein einschichtiges Zylinderepithel tragen, durch welches hindurch Lymphe an die Oberfläche tritt und sich dem Sperma beimengt. Den Beweis hierfür erbrachte er durch Isotopenversuche (NISHIYAMA, 1955). Dennoch ist LAKE (1957) beizupflichten, der die Bezeichnung der Lymphfalten als akzessorische Geschlechtsdrüsen ablehnt. Messungen der Lymphfalten ergaben eine Größe von 2,8 mal 1,2 mm (NISHIYAMA, 1955). Ihr submuköses Gewebe enthält zahlreiche Lymphsinus, die mit denen des Colliculus und mit dem Ductus bulbospongiosus zusammenhängen.

Der Lymphobulbus ist 7 mal 1 mm groß und wiegt 17 - 40 mg (NISHIYAMA, 1955). Eine Bindegewebskapsel umschließt sein Parenchym, das aus blutgefäßhaltigen Trabekeln besteht. Wie bei einem Lymphknoten sind zentrale Marksinus und ein peripherer Marginalsinus zu unterscheiden. Die genannten Isotopenversuche ergaben, daß die Lymphe hier aus den Blutgefäßen transsudiert wird.

Herbstsche Körperchen finden sich im Colliculus, in den Crura, in den Lymphfalten (NISHIYAMA/OGAWA, 1961) sowie im Lymphobulbus (MARVAN, 1968). Letzterer Autor erwähnt als einziger ein gelegentlich vorkommendes paraampulläres Körperchen, das medial neben der ampullenartigen Erweiterung des Samenleiters liege und Flüssigkeit enthalte.

II. Material und Technik

Zur Erkennungsübung der äußeren Geschlechtsorgane bei Küken ließ ich mich von japanischen Kükensortierern bei der Firma Lohmann und Co., Cuxhaven, unterweisen. Von dieser Firma

erhielt ich danach dankenswerterweise kostenlos je 25 Leghorn-Hybridküken beiderlei Geschlechts, an denen ich die Entwicklung dieser Organe bis zum 5. Monat weiterverfolgte. Die Adspektion geschah in der Weise, daß die Tiere sternal auf den Tisch gelegt und ihre über die Tischkante ragenden Beine mit der rechten Hand umfaßt und nach kaudal gehalten wurden. Der Daumen der rechten Hand wurde anfangs benötigt, um die Ventralwand der Kloake nach ventral zu ziehen. Die linke Hand umfaßt mit Daumen und Zeigefinger die Lateralwände der Kloake, die nach dorsolateral gezogen werden, wodurch die Kloake eröffnet wird. Um die rechte Hand zum Zeichnen freizubekommen, wurden die Beine später mit Bändern fixiert und mit Gewichten beschwert, die der Größe des Tieres angepaßt sein müssen, um dessen Herunterrutschen vom Tisch zu verhindern. Die Markierung der Tiere geschah mittels Tesa-Leinenband oberhalb der Spornknospe an beiden Beinen.

An 35 erwachsenen Leghorn-Hähnen studierte ich die schlaffen und erigierten äußeren Geschlechtsorgane. Hierzu änderte ich die Absamungstechnik von BURROWS/QUINN (1937), die das Tier zwischen den Knien halten, aus Gründen der besseren Beobachtungsmöglichkeit ab. Die Beine wurden körpernah mit einer Hand ergriffen und das Tier wie ein Blumenstrauß in Augenhöhe gehalten. Die Kloake ständig im Auge behaltend, vollführte die andere Hand die Rückengriff-Massage vom Hals bis zum Schwanz. Der Erfolg ist von Mensch und Methode sowie von Tier und Tierhaltung abhängig. Zweitpersonen, die meine Position nach eingehender Unterweisung einnahmen, blockierten das Sexualverhalten der Hähne. Waren die Tiere auf meine Methode eingeübt, versagten sie bei anderer Fixierungsapparatur und auf Absamungsständen. Die Prägung auf mich förderte ich dadurch, daß ich den Versuchstall täglich zur selben Zeit mit gleicher Kleidung betrat, die sich von der der Tierpfleger unterschied. Trainierte Absamungshähne erkannten mich dann sofort und "stolperten über den Flügel", was etwa mit der Capa-Haltung des Torrerros vergleichbar ist, der sein Tuch, die Capa, schwenkt. Die Aufstallung in Käfigen mit Drahtgeflechtböden zeitigt Fußschäden und verminderte die Libido.

Zwei Wochen täglichen Trainings führten gewöhnlich zu einer deutlichen Erektion der äußeren Kopulationsorgane, die sich während der dreimonatigen Dauer der Manipulationen vergrößerten, was zeichnerisch und fotografisch festgehalten wurde. Eine vollständige künstliche Erektion war nur bei wenigen Tieren zu erzielen, und zwar nur bei einigen von denen, die bereits natürlich kopuliert hatten.

Eine Vergrößerung des Lymphschwammkörpers ergab sich auch nach intramuskulärer Injektion von Gonadotropin oder Testosteron. Die Menge von 25 mg Testoviron-Depot-Schering reicht aus, um in Wochenfrist Veränderungen zu konstatieren. Eine Injektion am 4. Tag nach dem Schlupf zeigt bei Hennenküken am 8. und bei Hahnenküken am 9. Tag - also nach 4 resp. 5 Tagen - eine Verdoppelung bis Verdreifachung von Colliculus, Crura und Lymphfalten. Bei Hennenküken ging diese bedingte Vermännlichung nicht selten in eine Geschlechtsumkehr über, wie die spätere Sektion ergab.

100 über 6 Monate alte Leghorn-Hähne, 7 Seidenhähne, 7 Zwergpaduaner-Hähne und 1 Zwerghahn wurden zur Feststellung der Häufigkeit der verschiedenartigen formalen Ausbildung der äußeren Geschlechtsorgane untersucht. An weiteren 33 Warren-SSL-Hybrid-Hähnen und 43 Leghorn-Hybrid-Hähnen wurde die Entwicklung dieser Organe in bestimmten Altersstufen untersucht.

Zur histologischen Bearbeitung kamen die Kloaken von Tieren beiderlei Geschlechts und verschiedenen Alters aus obigem Material. Bei ihrer Kennzeichnung bedeutet Ha und He Hahn resp. Henne und die dahinterstehende Zahl das Alter in Tagen. Außer Ha5 und He5, Ha42 und He42, Ha71 und He71 sowie Ha103 und He103 kam ein Ha150 zur Verarbeitung, um ein Beispiel für einen "Althahn" zu haben. Nach 5%iger Formolfixierung wurden Quer- und Längsschnittserien von der Kloake angefertigt. Die Schnittdicke betrug 9 μ m, die Färbung erfolgte generell mit Hämatoxyllin-Eosin. Einzelschnitte wurden aber auch wie folgt gefärbt oder imprägniert: nach van Gieson (ROMEIS § 707), mit der Elasticafärbung nach van Gieson (ROMEIS § 1604), mit Masson-Trichrom (ROMEIS § 1538), mit Azan (ROMEIS § 1530), Resorzin-fuchsin-Kernechtrot (ROMEIS § 1601) und Silberimprägnation (ROMEIS § 1563).

III. Makroskopische Befunde

Die makroskopischen Befunde betreffen den Colliculus phalli, die Crura phalli und den Lymphobulbus als Hauptteile sowie die Lymphfalten als Nebenteile.

A. Die Lymphfalten

Mit den Lymphfalten beginnend, ist zu sagen, daß ihre Feststellung an lebenden Tieren äußerst selten möglich ist. Nur beim Leghorn-Hahn Romeo (Abb. 4) war sie deutlich. Am Sektionsmaterial - und natürlich im histologischen Schnitt - ergibt sich jedoch eine typische topographische Anordnung, die in Abb. 1 und 2 veranschaulicht ist. Danach finden sich ventroparamedian im Grenzgebiet zwischen Uro- und Coprodaeum die zugespitzten Enden dreier Schleimhautbildungen. Die mittlere und größte ist die Grenzfalte (8) zwischen Uro- und Coprodaeum. Unmittelbar kranial von ihr liegt die Spitze der Mündungspapille des Samenleiters (k), und unmittelbar kaudal von ihr liegt die gemeinsame Spitze der Lymphfalte mit Nebenlymphfalten (e,f,g). Letztere bilden eine Dreiergruppe von kaudal konkaven Schleimhautfalten, von denen die kaudalste sich dem Crus phalli anschmiegt und die Lymphfalte ist. Die kaudalste, etwa gleichgroße Falte, die sich der genannten Grenzfalte anschmiegt, und die stets kleinste bis fehlende Mittelfalte sind die Nebenlymphfalten, die ich so nenne, weil ihre Submucosa entgegen NISHIYAMA (1955) weder Lymphsinus noch Lymphvakuolen +) enthält, worauf im histologischen Teil noch eingegangen wird. Alle drei Spitzen auf den ventromedianen Grenzraum zwischen Uro- und Coprodaeum, der nichts anderes als der Anfang der Samenrinne ist, deren Fortsetzung durch die erigierten Crura phalli gebildet wird. Im Ruhezustand liegt jedoch der Colliculus phalli in diesem Anfangsabschnitt der Samenrinne und berührt damit

+) Es sei hier schon angemerkt, daß unter Lymphsinus endothel ausgekleidete Lymphräume oder Lymphspalten verstanden werden, während Lymphvakuolen vergrößerte interzelluläre Grundsubstanzräume ohne Endothelauskleidung sind.

fast die Grenzfalte (6) zwischen Procto- und Urodaeum. Die Lymph- und Paralymphfalten bilden ihrerseits eine Lymphrinne, die das Lymphtranssudat der Lymphfalte samenrinnenwärts leitet.

B. Der Colliculus phalli und die Crura phalli

Das Verhalten des median gelegenen Colliculus phalli und der paramedianen Crura phalli läßt Grundanordnungstypen und deren Variationen sowie Rassetypen und Funktionstypen unterscheiden. Als Grundtypen und deren Variationen ergeben sich bei 100 Leghorn-Hähnen nach Abb. 3 vier Anordnungen (1, 2, 3, 4) der Crura phalli zum Colliculus phalli, die in sich noch verschieden geformt und unterschiedlich groß sind.

1. Am häufigsten (70%) sind die 3 Hauptteile kraniokaudal gestreckt und liegen sagittal nebeneinander (Sagittal-anordnung). Ihre Variation besteht darin, daß entweder die Crura (a) oder der Colliculus (b) kürzer sind oder (c) die Crura den Colliculus einrahmen.

2. Nächsthäufig (15%) sind die 3 Hauptteile nie länger als breit, so daß eine lineare Transversalanordnung entsteht, die auch bei den Variationen eingehalten wird, bei denen entweder der Colliculus (a) oder die Crura (b) breiter als lang sind.

3. Fast gleichhäufig (14%) kommt eine Spitzdachanordnung vor, bei welcher der Colliculus den kranial liegenden First und die Crura die kaudal folgenden Dachschrägen bilden. Diese Anordnung wird dadurch variiert, daß entweder eine Kaudal- (a) oder Kranialverlagerung (b) des Colliculus gegeben ist.

4. Sehr selten (1%) findet sich die Umkehrung der Spitzdach-anordnung und ihrer Variationen, die als V-Anordnung bezeichnet sei. Interessant ist, daß diese Anordnung dem Funktionstyp aller Anordnungen entspricht, das heißt dieser Grundtypus entspricht der Ejakulationsstellung, in welcher die erigierten Crura, kaudal konvergierend, die temporäre

Samenrinne bilden, an deren kaudalem resp. distalem Ende der Colliculus zu liegen kommt. Bei Absamungshähnen findet die Bildung der Samenrinne mangels zureichender Erektion nicht statt; bei ihnen kommt es nur zur Vergrößerung der Crura und des Colliculus ohne deren stärkere Lageveränderungen zueinander (Abb. 3, Hähne Romeo, Satan, Zeus und Hermes).

Hinsichtlich der rassetypischen Anordnung ist nur eine vorsichtige Aussage möglich. Bei den Leghorn-Hähnen überwiegt die Sagittalanordnung. 7 Seidenhähne (Abb. 4) zeigten durchweg eine V-Anordnung, die nur durch aneinanderliegende oder gespreizte V-Schenkel variiert wurde. Dieser Grundtyp blieb auch als Funktionstyp erhalten. Die für diese Rasse typische schwarze Hauptpigmentierung erleichtert dabei das Erkennen der Crura, da deren laterales Randgebiet stets pigmentiert ist. Bei den 7 Zwergpaduaner-Hähnen dagegen ist keine Form vorherrschend. Abb. 4 vermittelt außerdem einen Eindruck über das tatsächliche Individualverhalten der Formen der äußeren Geschlechtsorgane, von welchen die in Abb. 3 dargestellten Typen abstrahiert wurden. Einige dieser Individualformen lassen aufgrund ihres Formwandels beim Übergang der schlaffen in die erigierte Form bedingte funktionelle Schlüsse zu. So kam es beim Leghorn-Absamungshahn Apollo bei der Erektion zu einer Verschmelzung des größten Teils des Colliculus mit dem rechten Crus phalli; nur der kaudalste Abschnitt des Colliculus zeigte jene charakteristische milchig-weiße Farbe, die ihm den Namen "weißer Körper" eingetragen hat. Hier wie auch bei den Leghorn-Hähnen Satan und Zeus war das rechte Crus möglicherweise infolge eines einseitig höheren Lymphdruckes stärker erigiert. Natürlich sind auch geweblich bedingte Ursachen für die vorgefundenen Asymmetrien denkbar.

Welchen Einfluß Gebrauch und Nichtgebrauch auf die Größenentwicklung des Phallus haben, wurde weiter oben schon bei Beschreibung des Absamungstrainings gestreift. Das sei hier am Beispiel des Zwerghahns David ergänzt (Abb. 4). Zwerg-rassen haben normalerweise auch einen kleineren Phallus als große Rassen. Bei David war er jedoch größer als bei sexuell

nur als Absamungshähne tätigen Leghorn-Hähnen in Intensivhaltung, weil er einer Population von Hennen zugeteilt gewesen war.

Aber auch Haltung und Fütterung beeinflussen die Ausbildung des Phallus schon in der Entwicklung, die vom 1. - 120. Tag bei beiden Geschlechtern beobachtet wurde.

Bei einer 1. Gruppe von 20 Hähnen und 10 Hennen der Leghorn-Rasse, die nach der japanischen Methode "gesext" worden waren, konnte ich aufgrund mangelnder Erfahrung erst am 47. Tag sicher einen Colliculus phalli feststellen. Probe-sektionen ergaben dagegen, daß Colliculus und Crura phalli bereits in den ersten Tagen angelegt sind, so daß die folgenden Entwicklungsdaten zunächst nur toten Tieren entnommen wurden. Danach bildet sich bei Hennen der Colliculus zwischen dem 3. - 5. Tag zurück, während er bei Hähnen bis zum 15. Tag wenig aber beständig wächst. Die Crura sind bis zum 15. Tag bei beiden Geschlechtern gerade wahrnehmbar und vergrößern sich von da ab nur bei den Hähnen.

Bei der 2. Gruppe von 33 männlichen Warren-SSL-Hybriden, die auf Rhode-Island-Basis gezüchtet worden waren, kam mir die größere Erfahrung zustatten. Hier war das Entwicklungs-tempo in Abhängigkeit von der Fütterung eingeschränkt, da statt Küken-Starterfutter und Küken-Alleinfutler vom ersten Tag an Legehennen-Alleinfutler verabreicht wurde, was die Wachstumsrate verlangsamt. In den ersten 30 Tagen ergab sich das Bild der Tabelle 2, wobei "groß", "mittel" und "klein" Augenmaßangaben sind, die dem Vergleich aller 33 Tiere entstammen. "Undeutlich" wurde dann eingetragen, wenn die Kloake kaum geöffnet werden konnte. Bis zum 25. Tag war der Colliculus rötlich gefärbt, danach weißlich.

Tag	groß	mittel	klein	undeutlich
1	5	5	2	21
10	6	4	3	16
15	6	4	11	12
20	6	12	15	-
25	8	14	11	-
30	9	18	6	-

Tabelle 2: Entwicklung der Größe des Colliculus phalli bei 33 Hybrid-Hähnen im Vergleich zueinander.

Die Tabelle 2 zeigt, daß die großen Colliculi zunächst bei einem Siebtel bis Fünftel und später bis über einem Viertel der Tiere vorlagen, während die mittlere Größe von mehr als der Hälfte der Tiere erreicht wird, so daß nur ein schwaches Fünftel der Tiere einen kleinen Colliculus behält. Ordnet man diese Daten dem Gewicht und der Befiedierung der Tiere zu, ergibt sich Tabelle 3, die folgende Tendenz zeigt: 8 zurückgebliebene und 19 durchschnittlich große Küken besitzen alle 3 Colliculusgrößen, das heißt sogar bei Kümmerlingen mit 150-160 g Körpergewicht kommt ein großer Colliculus vor. Dagegen zeigen frühreife (besonders schwere und gut befiederte) Tiere nie einen kleinen Colliculus.

Gewicht in Gramm	Anzahl der Tiere	Befiedierung	Colliculus		
			groß	mittel	klein
150	2	unter- normal	1	-	1
160	4		1	2	1
165	2		-	1	1
170	8	normal	1	2	5
175	2		-	2	-
180	4		2	2	-
185	2		1	-	1
190	2		-	1	1
195	1		-	1	-
200	3	über- normal	-	3	-
210	1		-	1	-
220	1		1	-	-
235	1		1	-	-

Tabelle 3: Entwicklung der Größe des Colliculus phalli bei 33 Hybrid-Hähnen im Verhältnis zu Körpergewicht und Befiedierung.

In Ergänzung zu Tabelle 2 und 3 ist hinzuzufügen, daß die Crura phalli erst vom 17. Tag an wahrnehmbar waren, während der Colliculus sich ab 27. Tag stets geringfügig und ab 45. Tag deutlich vergrößerte. Am 120. Tag ist der Phallus nahezu maximal entwickelt; aber auch hier wird seine Ausbildung von der Haltung und von der Häufigkeit der sexuellen Betätigung (Trittfrequenz) beeinflusst. Da hier ausschließlich

Hähne zusammengehalten wurden, kam es bei ranghöheren Tieren, die rangniedere Hähne besprangen, zur stärkeren Vergrößerung.

Eine dritte Gruppe bestand aus 43 Leghorn-Hybrid-Hähnen, die am 42. und 48. Tag untersucht werden konnten. Colliculus und Crura phalli verhielten sich wie bei Erwachsenen, ohne schon die volle Größe erreicht zu haben. Vergleichsweise lag bei je einem Drittel ein großer, mittlerer oder kleiner Colliculus vor. Erwähnenswert ist diese Gruppe deshalb, weil sie mir bestätigte, daß über 40 Tage alte Hähne keinen völlig schlaffen Phallus besitzen. Es liegt stets eine geringfügige Erektion vor, die auf eine Restmenge von Lymphe im Lymphschwammkörper schließen läßt. Hierauf wird später noch eingegangen.

C. Der Lymphobulbus phalli

Als 3. Hauptteil des Phallus ist der Lymphobulbus phalli der makroskopischen Untersuchung zugänglich. Kennt man seine Lage (Abb. 1 und 2), ist er wegen seiner rostbraunen Farbe nicht zu verfehlen. Sein Kaudalrand liegt recht konstant zwischen 4,1 und 5,6 mm vom ventromedianen Kloakenrand entfernt, doch zeigte sich ein Unterschied von 0,5 mm zwischen linker (4,8 mm) und rechter (4,3 mm) Seite im Durchschnitt. Sofern das statistisch abgesichert werden könnte, bestünde rechts eine kürzere lymphatische Verbindung zwischen Colliculus und Lymphobulbus und ergäbe einen weiteren Anhalt dafür, daß rechterseits ein höherer Lymphdruck vorliegen könnte. Dazu müßte aber besser der Abstand zwischen Colliculus und Lymphobulbus gemessen werden, den ich in einem Fall mit 1,5 mm feststellen konnte.

Die Größe des durchweg 1 mm dicken Lymphobulbus ist sehr unterschiedlich und betrug bei 7 ausgewachsenen Leghorn-Hähnen in mm (dorsoventrale Länge mal kraniokaudale Breite) 7,6 mal 2,2 / 6,6 mal 3,8 / 6,1 mal 1,7 / 5,4 mal 3,4 / 5 mal 2,8 / 5,4 mal 3,3 und 4,3 mal 3,6 sowie bei 2 Seidenabsamungshähnen 7,1 mal 4,2 und 7 mal 4,9. Die Leghorn-Hähne gehörten zu den 100 Tieren, an denen zuvor die Entwicklung

des Colliculus beobachtet worden war. Sie waren einzeln gehalten worden, ohne daß mit ihnen Absamungsversuche gemacht wurden. Nur einer von ihnen besaß einen Lymphobulbus, dessen Länge dem der Seidenhähne gleichkam, in der Breite aber um die Hälfte kleiner war. Das zeigt, daß die kleineren Seidenhähne infolge ihrer passiven Sexualbetätigung einen größeren Lymphobulbus entwickelt hatten als die größeren Leghorn-Hähne. Das steht im Einklang mit dem, was über die Ausbildung des Colliculus und der Crura phalli weiter oben gesagt wurde. Die Größe des Lymphbildungskörpers ist mithin der Größe des erektilen Phallus angepaßt.

IV. Mikroskopische Befunde

A. Der Lymphobulbus phalli

Der soeben makroskopisch beschriebene Lymphobulbus phalli, der von TANNENBERG entdeckte Lymphbildungskörper des Vogelphallus, zeigt einen mikroskopischen Aufbau, der manche Ähnlichkeit mit, aber auch fundamentale Unterschiede zu dem Lymphknoten der Säugetiere aufweist. Wie dort, so läßt auch hier sein geweblicher Aufbau, dessen reifes Stadium zuerst beschrieben wird, grundsätzliche Schlüsse über seine Funktion zu.

Mit den nichtparenchymatösen Anteilen beginnend, sei zunächst die doppelschichtige Bindegewebskapsel betrachtet. Deren äußere Schicht besteht aus überwiegend dorsoventral verlaufenden elastischen und kollagenen Fasern, während die innere Schicht keine vornehmliche Verlaufsrichtung ebensolcher Fasern aufweist. Die elastischen Fasern wurden zuerst genannt, weil sie eindeutig überwiegen.

Von beiden Kapselschichten gemeinsam strahlen Interstitialtrabekel (Abb. 5) ins Innere, deren kompliziertes Gerüst für das Verständnis der Architektur des Lymphobulbus entscheidend ist. Ihrer Beschreibung ist vor auszuschicken, daß der großflächige Hilus sich auf der Medialfläche des Lymphobulbus befindet. In ihn treten Äste der A. pudenda int. ein, deren Begleitung durch Äste der gleichnamigen Vene und

N. pelvinus nur hier erwähnt sei und künftig immer mitgemeint ist. Dabei kreuzt die Arterie die mediale Kapselwand etwa in kraniokaudaler Richtung und teilt sich wenig kaudal der Mitte des Lymphobulbus in einen ventralen Ramus phalli und in einen dorsalen Ramus cloacalis. Der R. phalli setzt die kaudale Richtung des Stammgefäßes bis zum Colliculus phalli fort und wird später weiter verfolgt. Der R. cloacalis durchbohrt den Lymphobulbus von medial nach lateral und zieht danach in ventrokaudaler Richtung weiter. Vor Erreichen dieser typischen Teilungsstelle auf der Medialfläche des Lymphobulbus, die auch bei der Henne vorliegt und den Sitz des bei ihr normalerweise nicht vorhandenen, nach Hormongabe aber durchaus entwickelten Lymphobulbus anzeigt, bohren sich zahlreiche Äste der inneren Schamarterie in die Medialwand der Kapsel und durchsetzen den Lymphbildungskörper teils bis zur Lateralwand der Kapsel als Mediolateraläste. Zum anderen Teil zweigen sie sich im Innern des Körpers überwiegend so auf, daß die kraniokaudal hintereinanderliegenden Mediolateraläste miteinander verbunden werden, so Kraniokaudaläste bildend. Von beiden Astsorten, die natürlich durch Äste mit anderen Verlaufsrichtungen ergänzt werden, die aber zahlenmäßig geringer sind, geht ein reiches Kapillarnetz ab, das das anschließend beschriebene Parenchym versorgt. Dieses Verhalten der Binnengefäße des Lymphobulbus konnte leider nicht durch Korrosionspräparate veranschaulicht werden, da Gummi- und Kunstharzinjektionen nicht gelangen; es mußte synoptisch durch Studium und Zeichnen der Serienschnitte erschlossen und dargestellt werden.

Die Interstitialtrabekel folgen nun exakt diesem Raumnetz der Leitungsstrukturen, sind aber nicht, wie diese, nur rundliche, sondern auch lamellär verbreiterte Gebilde. Sie bilden ein Raumnetz von gefäß- und nervenführenden elastokollagenen Kapselfortsätzen im Innern des Lymphobulbus. Dieses Raumnetz sei durch einen etwas surrealistischen Vergleich veranschaulicht. Man stelle sich vor, daß aus der medialen Kapselwand dickere und aus der lateralen Wand

dünnere (kürzere und längere) Baumstämme ins Innere des Organes ragen, deren teils lamellärbreitflächige und teils trabekulär-stabförmige Baumkronenäste ineinander übergehen.

Das Parenchym des Lymphobulbus besteht aus einer Wandverdickung der Baumäste und sitzt diesen (und teils auch der Innenwand der Kapsel) wie Blätter ohne Stiel ringsum auf. Wieder surrealistisch vergleichend, vereinigen sich jene Blätter, die den Astspitzen je benachbarter Baumkronen aufsitzen, jeweils zu einem Blatt. Das Gewebe dieses in Gewebsschnitten als vielgestaltige Lappen erscheinenden Parenchym ist ein lymphoretikuläres Gewebe ungewöhnlicher Zelldichte, die etwa zu einem Drittel aus Retikulumzellen, zur Hälfte aus Blutkapillaren und zu einem Sechstel aus Lymphozyten und Gewebseosinophilen besteht. Die Lymphozyten sind nicht selten zu primären Lymphozytennestern angeordnet (Abb. 5), die lymphfollikelähnliche Bildungen ohne Bindegewebetskapsel genannt seien. Bei Silberimprägnation wird sichtbar, daß die Retikulumfasern Maschenräume umspinnen, die kugelige Vakuolen darstellen, so daß von einem vakuolären, lymphoretikulären Bindegewebe gesprochen werden kann. Die peripheren Ränder der interstitial gestützten Parenchym-Lobi sind rundlich vorgebuchtet und dazwischen schlitzzartig eingezogen. Sie sind freie Ränder, weils sie an Lymphsinus grenzen.

Diese äußerst zahlreichen engeren und weiteren Lymphsinus entsprechen in Fortführung des obigen surrealistischen Vergleichs jene Freiräume zwischen den Blättern einer Baumkrone, durch die hindurch die Sonne scheint (Abb. 5). Lokalisiert man diese Lymphsinus näher, dann ist zwischen kapsulären und interparenchymatösen Sinus zu unterscheiden.

Die kapsulären Sinus lassen einen sub- und einen intrakapsulären Anteil erkennen. Die intrakapsulären Sinus liegen zwischen den beiden Kapselschichten und kommen vornehmlich dort vor, wo ein Parenchymlappen der Kapsel innen direkt aufsitzt. Sie gehen vom subkapsulären Sinus aus und münden nach meist kürzerem Verlauf wieder in ihn hinein.

Der subkapsuläre Sinus ähnelt dem Marginalsinus der Säugetierlymphknoten, der an den septenartigen Abstrahlungen der das Interstitium bildenden Trabekel auch in Sinus übergehen, die den Intermediärsinus jener Lymphknoten vergleichbar sind. Im Unterschied zu den Lymphknoten sind diese kapsulären und die interparenchymatösen Sinus jedoch völlig glatt endothelbewandet, ohne daß ihr Lumen ein lichtes Raumnetz von Retikulumzellen besitzt.

Die interparenchymatösen Sinus stellen ein reichverzweigtes Drainagesystem von Lymphspalten dar, die sich kapselwärts vor allem gegen den Bereich des kaudalen subkapsulären Sinus erweitern, wo dieser in den Ductus bulbospongiosus übergeht (siehe unten). Bei einem 5 Tage alten Hähnchen (Serie Ha5) sind die interparenchymatösen und vor allem die subkapsulären Sinus deutlich ausgebildet. Das an sie grenzende Parenchym besteht in diesem Alter aus Retikulumzellen und Retikulumfasern sowie aus relativ vielen verstreut liegenden einzelnen Lymphozyten. Formal bietet das Parenchym jedoch schon das gleiche Bild wie bei Ausgewachsenen.

Das Interstitium ist dagegen wesentlich schwächer ausgebildet. Das Trabekelnetz wird im wesentlichen durch ein Blutkapillarnetz vertreten. Die Kapillaren lassen dabei in etwa die gleiche Anordnung erkennen, wie die später aus ihnen hervorgehenden Mediolateral- und Kraniokaudaläste der A. pudenda int. Elastische Fasern finden sich nur in der äußerst dünnen Kapsel, in der sie sogar überwiegen.

Am 42. und 71. Tag (Serien Ha42 und 71) sind als bemerkenswerte Veränderungen hinzugekommen, daß das inzwischen gebildete perivaskuläre Bindegewebe der Trabekel überwiegend aus elastischen Fasern besteht und daß sich vereinzelt primäre Lymphozytennester gebildet haben. Am 103. Tag (Serie Ha 103) schließlich finden sich auch in den Parenchymläppchen elastische Fasern, die hier allerdings nie überwiegen.

B. Der Ductus lymphaticus bulbospongiosus

Der Ductus bulbospongiosus geht aus dem dorsalen Kaudalrand des Lymphobulbus hervor und verbindet dessen Sinussystem mit dem des Corpus lymphospongiosum und mit dem Lymphsinus der Plica lymphatica. Damit sind die beiden Lymphbildungskörper über je ihren Verbindungsgang mit dem einen (unpaaren) Lymphschwammkörper der äußeren Geschlechtsorgane und mit beiden Lymphfalten verbunden. Der Ductus ist dabei um 1,5 mm lang und besitzt einen Durchmesser von höchstens 300 μ m. Er ist makroskopisch nicht darstellbar, topographisch aber dadurch gekennzeichnet, daß der quergestreifte M. retractor phalli caud. unmittelbar dorsal von ihm verläuft.

Sein Aufbau entspricht in der kranialen Hälfte weitgehend dem des Lymphobulbus, indem seine elastische Kapsel besonders in den ventralen Wandabschnitten Trabekel in das Lumen vorbucht, die parallel zur Längsachse des Ductus liegen und großkalibrige Äste der Leitungsstruktur-Trias (Arterie, Vene, Nerv) mit sich führen. Eine der Venen schien eine klappenartige Öffnung aufzuweisen (Abb. 6), die eine Abflußmöglichkeit für die Lymphe aus dem Lymphsinus darstellen könnte. Nicht selten verkehren dünne Brücken von diesen Trabekeln zur dorsalen Kapselwand. Die dorsale Hälfte des Ductus (Abb. 6) wird von einem entsprechend einheitlichen oder durchbrochenen Lymphsinus eingenommen. Die Peripherie der Trabekel ist von kleineren Parenchymläppchen besetzt, deren Aufbau dem Parenchym des Lymphobulbus weitgehend entspricht. Der Unterschied besteht darin, daß die Läppchen kleiner sind und im Verhältnis zur geringeren Retikulumzellichte mehr Blutkapillaren aufweisen.

In Richtung auf das Kaudalende des Ductus nehmen die Parenchymläppchen bis zum völligen Schwund ab, und auch die gefäßführenden Trabekel schalten sich aus dem Ganglumen aus und liegen danach der Kapsel des Ganges außen an. Als Ende des Ductus sei seine Endteilung in Ductuli mediales und dorsales angesprochen. Die 1 - 4 Ductuli mediales ziehen in mediokaudaler Richtung ins Corpus lymphospongiosum. Die

1 - 3 Ductuli dorsales ziehen in dorsokaudaler Richtung in die Sinus der Plica lymphatica. Alle 2 - 7 Ductuli halbieren bis siebteilen den Durchmesser des Stammganges, so daß sie und der Stammgang wie ein kommunizierendes Röhrensystem zwischen den Lymphsinus des Lymphobulbus und den Lymphsinus der beiden genannten Gebilde wirken.

Bei der Henne verhält sich der Ductus bulbospongiosus so wie der Lymphobulbus, das heißt er fehlt, wird jedoch nach Hormongaben ausgebildet.

C. Das Corpus lymphospongiosum

Das Corpus lymphospongiosum unterfüttert den Colliculus und die Crura phalli. Es besteht aus drei Strata: dem ventralen Stratum musculare, dem mittleren Stratum adiposum und dem dorsalen Stratum spongiosum.

Das Stratum musculare (Abb. 2 a) wird von transversal zwischen den beiden Mm. retractores phalli caud. liegenden glatten Muskelfasern gebildet. Sie liegen kaudal dem Stratum adiposum ventral an, weiter kranial durchwachsen sie dieses Stratum allmählich. Eine Kontraktion dieser Muskelfasern muß die Ventralpartie des Lymphschwammkörpers verengern.

Bei der Henne wird das Stratum musculare durch einige wenige glatte Muskelfasern repräsentiert.

Das Stratum adiposum (Abb. 2 b) liegt ebenfalls zwischen den Mm. retractores phalli caud. in der Ventralwand des Proctodaeum und bildet ein subspongiöses Gewebe, das Umbauvorgängen unterworfen sein kann. Dorsale Anteile von ihm können in lymphatisches Schwammgewebe wie dieses in subspongiöses Fettgewebe umgebaut werden. So sieht man bei sexuell tätigen Hähnen Lymphsinus in das Stratum adiposum eindringen, das heißt letzteres wird in spongiöses Gewebe umgebaut. Das lobulär untergliederte Fettgewebe wird zum größten Teil von univakuolären Fettzellen mit peripher liegendem Kern und zum kleineren Teil von plurivakuolären Fettzellen mit zentralständigem Kern gebildet. Letztere sind entweder

mit kleinkalibrigen Fettvakuolen ausgestattete kleine, ovale und azidophile Zellen mit glattrandigem Kern, oder die Zellen sind groß, rund und basophil mit stechapfelförmigem, aber nicht pyknotischem Kern, und die großblasigen Fettvakuolen buchten die Zellmembran vor, so daß sie zwischen zwei Blasen eingezogen ist.

Bei der Henne ist das Stratum adiposum geweblich ebenso aufgebaut und nimmt dabei auch den Raum des Stratum spongiosum ein.

Das Stratum spongiosum (Abb. 2 c) ist der lymphsinushaltige Teil des Corpus lymphospongiosum. Sein Aufbau ähnelt wiederum dem des Lymphobulbus, doch überwiegen die Lymphsinus eindeutig und fließen bei optimaler Ausbildung zu einem Lymphsee zusammen. Das die Interstitialtrabekel umgebende Parenchym ist sehr viel ärmer an Retikulumzellen, während sein Kapillarreichtum dem des Ductus bulbospongiosus gleicht. Das Stratum verdrängt das Stroma unter und in den Crura resp. dem Colliculus phalli, so daß als "Kapsel" dieses Schwammgewebes dorsal nur das dünne subepitheliale Stroma übrigbleibt, das sich allseitig auf das Stratum adiposum dorsal bedeckende Stroma herabsenkt, wodurch die "Kapsel" entsteht. Auch diese Kapsel und die stärkeren Trabekel sind reich an elastischen Fasern, und subepithelial können die Lymphsinus im Colliculus fast unmittelbar bis an das mehrschichtige Plattenepithel heranreichen. Das erklärt abermals die weißliche Farbe des Colliculus. Bei den Crura ist das kaum der Fall.

In Verfolgung der postembryonalen Entwicklung dieses Stratum zeigen die Serien Ha und He5 ein vakuoläres Retikulumgewebe, in welchem das Retikulumfasernetz überwiegt. Als Vakuolen oder Lymphvakuolen werden die zahlreichen Lymphräume ohne Endothelauskleidung bezeichnet, die meist rundlich geweitet sind. Daneben kommen nicht so zahlreiche endothelbewandete, doch ebenfalls gefüllte Lymphräume als Vorläufer der Lymphsinus vor, die nicht selten ein Blutgefäß oder einen Nerv umschneiden. An einer Stelle lag die Umscheidung

eines Nervenzellkörpers vor. Subepitheliale endothelausgekleidete Lymphräume kommen vor, elastische Fasern fehlen noch völlig.

Colliculus und Crura phalli jeweils gesondert betrachtend, besitzt nur der Hahn alle drei Hauptteile des Phallus in der untersuchten Altersstufe (Ha5), wobei seine Crura größere endothelbekleidete Lymphräume als bei der Henne (He5) zeigen. Bei der Henne sind nur zwei paramediane, schmale und hohe Falten ausgebildet, die als Crura angesprochen werden müssen, weil deren basisnahe Lateralfäche einschichtiges Zylinderepithel trägt und damit zugleich die histologische Grenze zwischen Urodæum und Proctodæum angibt. Dieses Kriterium ist auch für die Zuordnung von Falten entweder zu den Crura oder zu den Plicae lymphaticae wichtig, wie ein Fall zeigte, bei welchem die Crura beiderseits als Doppelfalte ausgebildet waren. Beide konnten deshalb als zu einem Crus gehörig aufgefaßt werden, weil beide Lymphsinus enthielten und weil das Epithel der lateralen der beiden Falten auf ihrer Lateralfäche basal vom mehrschichtigen Plattenepithel in ein einschichtiges Zylinderepithel wechselte. Mit makroskopischen Befunden stimmt diese Diagnose überein.

In den Serien Ha42, 71 und 150, bei denen zunächst wieder das Stroma in Colliculus und Crura unberücksichtigt bleiben soll, sind die elastischen Fasern in jeder Altersstufe vermehrt, während Trabekel und Parenchym bereits ihr eingangs beschriebenes endgültiges Aussehen erhalten haben. Die stärkste Ausstattung mit elastischen Fasern bei erwachsenen und sexuell tätigen Tieren bedingt dabei, daß die Lymphsinus im histologischen Schnitt überwiegend zu kapillaren Spalten verkleinert sind.

Die Crura phalli weisen bei Ha42 schon einen entwickelten Schwammkörper mit Lymphsinus auf; der Colliculus unterscheidet sich von dieser Entwicklung dadurch, daß sein Stroma immer noch aus vakuolärem Retikulumgewebe besteht und keine elastischen Fasern vorkommen. Da die Vakuolen und auch die interzelluläre Grundsubstanz flüssigkeitsgefüllt sind, ent-

steht ein ödemartiger Eindruck, der auch mit einer starken erektilen Anschwellung vergleichbar ist. Bei diesem Tier war der *M. sphincter cloacae* auch im Tode stark kontrahiert geblieben, so daß er für dieses Phänomen verantwortlich gemacht werden kann.

In der Serie Ha71 sind die Lymphsinus auch im Colliculus entwickelt, und elastische Fasern kommen in ihm und in den Crura vor. Bei Ha150 schließlich bilden die starken elastischen Fasern ein elastisches Netzwerk.

Die Serien He42 und 103 zeigen im Gegensatz zur bisherigen Schilderung, daß bei ihnen die Entwicklung eine andere Richtung eingeschlagen hat. Ein Colliculus phalli fehlt weiterhin. In und unter den Crura ist das vakuoläre Retikulumgewebe insgesamt zum Stratum adiposum geworden. Nur hormonbehandelte Hennen zeigen wiederum die männliche Entwicklungsrichtung und bilden ein Stratum spongiosum aus.

D. Die Plicae lymphaticae und paralympathicae

Die Plica lymphatica schließt sich lateral an das Crus phalli an und ist außer durch die Lage durch ihre Bedeckung mit einschichtigem Zylinderepithel charakterisiert. Ihr Stroma wird von vakuolärem lymphoretikulärem Bindegewebe gebildet, dessen basale 2/3 einen Lymphsee und angrenzende kleinere Lymphsinus enthalten. Es ist besonders zu betonen, daß das apikale, epithelnahe Stroma ebenso wie das subepitheliale Stroma an den Hängen der Lymphfalte keine Lymphsinus - also auch keine subepithelialen Lymphsinus, wie sie im Colliculus und in den Crura phalli vorkommen - besitzt. Via diese Lymphsinus münden die Ductuli dorsales des Ductus bulbospongiosus in den Lymphsee. Das Sinusgebiet ähnelt dabei wiederum dem Parenchym des Lymphobulbus, das jedoch nur wenigen Trabekeln aufsitzt und eine die Blutkapillaren umspinnende Retikulumzelldicke aufweist, die etwa zwischen der im Lymphobulbus und der im Corpus lymphospongiosum liegt. Zur geweblichen Differenzierung der Lymphspalten ist zu sagen, daß sie parallel zu den Crura phalli erfolgt. In der

Serie Ha71 fand sich nichts, was als Lymphfalte hätte angesprochen werden können. In den Serien von weiblichen Tieren fanden sich stets mehrere Falten lateral neben jedem Crus phalli, doch nur bei He5 konnte in der dem Crus anliegenden Falte ein endothelial ausgekleideter Lymphspalt ausgemacht werden.

Die Plicae paralympathicae sind wie die Plica lymphatica mit einschichtigem Zylinderepithel bekleidet. Ihr Stroma ist ein lymphspaltenfreies lymphoretikuläres Bindegewebe.

E. Lymphzellnester und sensible Endkörperchen

Außer diffus angeordneten Lymphozyten und der erwähnten Bildung von primären Lymphzellnestern kommen auch sekundäre Lymphzellnester vor, die sich durch eine Bindegewebskapsel auszeichnen. Diese Nester finden sich im subepithelialen Stroma des Colliculus und den Crura phalli sowie der Plica lymphatica. Ihre Lage ist dabei doppelt charakterisiert, indem sie einmal vornehmlich in der Talfaltung zwischen je zwei dieser Gebilde liegen. Zweitens liegen sie stets an dem dem Epithel abgewandten Rande dieses Stromastreifens am Ufer eines Lymphsinus.

An sensiblen Endkörperchen fand ich einmal ein Merkel-sches Tastkörperchen in einer Papille des Papillarkörpers des Colliculus phalli. Zahllose Herbstsche Körperchen lagen in allen Gewebsschichten der Kloake. Außerhalb der hier untersuchten Organe liegen sie bevorzugt in der äußeren Haut über dem dorsalen Kloakenrand mit Lagebeziehung zu den Feder-follikeln, vereinzelt auch zwischen den Muskelfasern des M. sphincter cloacae. In der Ventralwand des Kloakenausganges liegen sie im subepithelialen Stroma und bilden Gruppen in der Nähe der äußeren Geschlechtsorgane und im Corpus lympho-spongiosum. Nie fand ich sie in der Plica lymphatica, regelmäßig jedoch in den Parenchymlobi des Lymphobulbus. Dabei können sie an das Endothel eines Lymphsinus angrenzen. Bei Hennen kommen sie stets in den Crura phalli vor.

Die Länge der Herbstschen Körperchen variiert von 120 bis 290 μ m. Die kleineren kommen bei jüngeren Tieren vor. Ihre Form ist meist gestreckt, zu einem Drittel aber auch U-förmig und gelegentlich S-förmig.

V. Funktionelle Betrachtung und Diskussion

Die funktionelle Betrachtung des Lymphobulbus muß davon ausgehen, daß er einen Lymphbildungskörper darstellt. Dabei kann hier nicht das Wie der Lymphbildung behandelt werden, die nach den genannten Literaturangaben als Transsudation aus den Blutkapillaren geschieht; auch die Zusammensetzung dieser Lymphe ist hier nicht von Belang. Die dargestellten baulichen Daten des Lymphobulbus nach Material und Konstruktion lassen jedoch Rückschlüsse zu, die dem funktionellen Verständnis zugutekommen. Als die beiden Hauptkriterien, die hierbei zu beachten sind, seien genannt: die stets deutlich lumenhaltigen Lymphsinus und das elastische Interstitium.

Ersteres besagt, daß die Sinus nie völlig zusammengefallen, sondern stets bis zu einem gewissen Grade lymphgefüllt sind. Damit stimmt überein, daß spätestens bei geschlechtsreifen Hähnen auch die Lymphsinus der äußeren Geschlechtsorgane gewöhnlich ein entfaltetes Lumen aufweisen. Nur bei hohem Gehalt an elastischen Fasern ist eine stärkere postmortale Entleerung der Sinus zu beobachten. Für eine ständige Füllung bei Lebenden spricht die makroskopisch sichtbare schlaffe Schwellung, die die weißliche Farbe des Colliculus bedingt. Das bedeutet, daß nicht wie bei den arteriellen und venösen Schwellkörpern der Säugetiere ein plötzliches und reichliches Mehrangebot an Flüssigkeit erforderlich ist, um eine Erektion zu erzeugen, sondern daß die Schwellflüssigkeit stets vorhanden ist.

Weiter ist abwegig, an einen Zufluß der Lymphe von nur einem Teil des gesamten Hohlraumsystems in einen anderen, etwa vom Lymphobulbus in das Corpus lymphospongiosum zu denken. Dazu fehlt jede Motorik in der Kapsel des Lymphobulbus, deren Leistung auch nicht durch einen plötzlichen

Sekretions- oder Transsudationsdruck wahrgenommen werden könnte; transsudiert wird außerdem nicht nur im Lymphobulbus, sondern in allen Abschnitten des Gesamtsystems, welche ein ähnliches Parenchym besitzen, und das ist im Corpus lymphospongiosum und in der Plica lymphatica der Fall. Es kann sich demnach nur um einen plötzlichen Binnendruckanstieg mit möglicher Massage der Lymphflüssigkeit in kraniokaudaler Richtung handeln, und dieser Effekt dürfte analog dem von LIEBE (1914) beim Erpel beschriebenen durch die Kontraktion des M. sphincter cloacae gegeben sein. Bei den Absamungsmanipulationen beobachtet man denn auch eine pumpenartige Bewegung dieses Kreismuskels, die in rhythmischen Kontraktionen und peristaltischen Bewegungen besteht. Dabei kommt es höchstwahrscheinlich auch zur Modellierung einer Samenabflußrinne vor allem zwischen den in der Erektion gestreckten Crura phalli.

Das Bewegungsspiel besonders des Ventralrandes der Kloake bei der Begattung ist aus der noch unzureichenden Kenntnis der dabei wirksamen Muskulatur nicht bekannt. Sicher aber kann das Stratum musculare des Corpus lymphospongiosum als einziges muskelfaserhaltiges Gebiet im gesamten Schwammkörpersystem sowohl bei der Erektion als auch bei der genannten Kloakenbewegung hilfreich sein.

Besonders funktionelle Beachtung verdient die Tatsache, daß das Sinussystem des Corpus lymphospongiosum nicht direkt, auf kürzestem Wege, mit dem der Plica lymphatica kommuniziert. Vielmehr gibt es nur eine Kommunikation zwischen dem Lymphobulbus und der Plica lymphatica über gesonderte Nebengänge des Ductus bulbuspongiosus. Diese Tatsache und die Tatsache, daß ausgerechnet in der Plica lymphatica subepitheliale Lymphsinus fehlen, läßt den Durchtritt von Lymphflüssigkeit durch das subepitheliale Stroma und das einschichtige Zylinderepithel bezweifeln. Die Isotopenversuche von NISHIYAMA (1955) beweisen zwar, daß die von ihm abgesaugte Flüssigkeit aus dem Blut stammt, aber wie sie in oder neben die Samenrinne gelangt, erscheint durchaus noch fraglich zu sein.

Die elastischen Fasern in den Kapseln und Trabekeln als Sinuswände aller beteiligten Gebilde können nur dazu dienen, den von außen erzeugten größeren Binnendruck nach dessen Aufhören wieder zu egalisieren.

Der Mechanismus der Entfaltung der männlichen "Geschlechtsfalten", deren deskriptiv-laienhafte Terminologie in Richtung auf eine vergleichend-anatomische Nomenklatur unter Berücksichtigung nicht vorhandener Homologien geändert wurde, konnte nur teilweise geklärt werden. Die Funktionsstellung aller beteiligten Gebilde der äußeren Begattungsorgane scheint die Bildung einer Samenrinne zu bezwecken. Die Hauptbauteile Colliculus und Crura phalli zeigen dabei jedoch eine derart unterschiedliche Größe, Form und Anordnung, daß die einheitliche Ausformung einer Samenrinne nur in groben Zügen gewährleistet erscheint. Andererseits scheint diese Einheitlichkeit nicht vonnöten zu sein, wie die Befruchtungsrate zeigt. Sicher aber liegt die Tendenz vor, daß die flankierenden Crura distal durch den Colliculus abgeschlossen werden, wobei außerdem Anzeichen dafür vorliegen, daß durch rechtsseitiges Überwiegen der Erektionen ein Linksdrall der Samenrinne entsteht, der mit der nur links vorhandenen Geschlechtsöffnung bei der Henne zusammenpassen würde.

Die Angaben zur Entwicklung der äußeren Kopulationsorgane konnten ergänzt werden. Der Colliculus phalli ist, wie MACDONALD/TAYLOR (1933) angeben, beim Hahn von Geburt bis zur Geschlechtsreife nachzuweisen. Sein Wachstum erfolgt jedoch nicht kontinuierlich, sondern stagniert vom 1. bis 40. Tag, um sich danach zu seiner endgültigen Größe im 4. oder 5. Monat zu entwickeln. Hierbei vorhandene Abhängigkeiten von der Haltung des Tieres und von der Funktionshäufigkeit der Organe konnten nachgewiesen werden. Der Colliculus der Henne fand sich im Gegensatz zu Literaturangaben nur bis zum 5. Tag vor.

Die Crura phalli zeigen eine ähnliche Zweiphasigkeit ihres Wachstums, das bis zum 17. Tag stagniert. Danach vergrößern sie sich, erreichen am 40. Tag ihre endgültige Form und danach ihre endgültige Größe.

Die beiden Anordnungsformen von Colliculus und Crura zueinander, die NISHIYAMA (1950 c) angibt, konnten um zwei erweitert werden. Außerdem ist eine gewisse Rasseabhängigkeit vorhanden.

Histologische Daten zur Entwicklung von Colliculus und Crura phalli lagen bisher nicht vor. In Parallele zu den makroskopisch gefundenen zwei Phasen zeigt die erste Phase einen mehr homogenen Gewebsaufbau, während die zweite Phase durch das Auftreten der Lymphsinus und der damit einhergehenden Differenzierungen gekennzeichnet ist. Mit der Beschreibung des frühen postembryonalen Gewebes als vakuoläres retikuläres resp. lymphoretikuläres Gewebe sollte ebenso wie bei der Bezeichnung der Lymphzellnester den Abweichungen zum Säugetiergewebe Rechnung getragen werden. Von größter funktioneller Bedeutung ist die Differenzierung, bei welcher nicht nur Lymphsinus, sondern lymphbildende Parenchymläppchen entstehen. Damit ist der Lymphobulbus nicht mehr, wie seit ECKHARD (1873) angenommen, die alleinige Lymphbildungsstelle. Er bildet sicher die meiste Lymphe, weswegen auch die deutsche Kennzeichnung als Lymphbildungskörper beibehalten wurde. Da aber auch im entsprechenden Parenchym der äußeren Geschlechtsorgane samt Plica lymphatica eine Lymphtranssudation erfolgt, ist die Vorstellung eines zur Erektion notwendigen kraniokaudalen Lymphflusses nicht mehr adäquat. Außerdem bestätigt das Parenchym in den Crura bei Hennenküken, die ja keinen Lymphobulbus besitzen, dessen Lymphbildung.

Beim Corpus lymphospongiosum als dem Lymphschwammkörper des Phallus konnte nachgewiesen werden, daß ventral der Schwammräume ein (teilweise muskelhaltiges) Stratum adiposum liegt, das als Platzhalter für die Bildung weiterer Lymphsinus fungiert. Bei Hennen ist allein dieses Fett ausgebildet, das sich bei hormonaler Vermännlichung in lymphbildendes Parenchym umwandelt. Dabei erinnert die "Verfettung" dieses Schwammkörpers an den gleichen Vorgang in der Clitoris der Hündin.

Die Entstehung dieses Parenchyms konnte besonders gut im Lymphobulbus verfolgt werden, wo es vom 4. - 42. Tag entsteht. Dabei liegen ein Grundgerüst von Blutkapillaren mit einer Retikulumzellhülle und ein Grundgerüst von endothel ausgekleideten Lymphspalten gleichzeitig vor. Das anschließende Entwicklungsgeschehen konzentriert sich auf die Retikulumhülle, die sich verdickt. Hierbei kommt es zu einem ungewöhnlichen Reichtum an Zellen und Retikulumfasern, die im Inneren dieses Parenchyms größere lymphhaltige Vakuolen einschließen und nach außen an die Lymphsinus grenzen. Da die ursprünglichen Kapillaren zu stärkeren Blutgefäßen geworden sind, die von einer dickeren Lage kollagenen Bindegewebes umschlossen werden, habe ich diese Gefäß-Bindegewebszüge als Trabekel bezeichnet. Das ist nur ein bedingter Widerspruch zu NISHIYAMA (1955), der von Parenchymtrabekeln spricht, denn das Parenchym sitzt meinen Trabekeln gewissermaßen als Wandverdickung auf. Dennoch ziehe ich es vor, von Parenchymläppchen zu sprechen, weil das kennzeichnender ist. Allerdings werden diese Läppchen nicht durch Bindegewebe voneinander abgegrenzt, sondern durch die interlobulären Zipfel der Lymphsinus.

Elastische Fasern sind im Lymphobulbus bis zum 42. Tag voll ausgebildet. Lymphzellnester treten erst danach auf.

Herbstsche Körperchen konnte ich entgegen NISHIYAMA/OGAWA (1961) in der Plica lymphatica nicht finden, was bedeutet, daß sie hier sicher selten vorhanden sind. Dagegen mußte aufgrund des histologischen Gewebesaufbaues zwischen Lymph- und Nebenlymphfalten unterschieden werden, die auch makroskopisch darstellbar sind. Nicht zuletzt war die makroskopische Darstellung der ersten beiden Abbildungen ein notwendiges Anliegen dieser Untersuchungen, um überhaupt Orientierungsgrundlagen zu schaffen.

Zusammenfassung

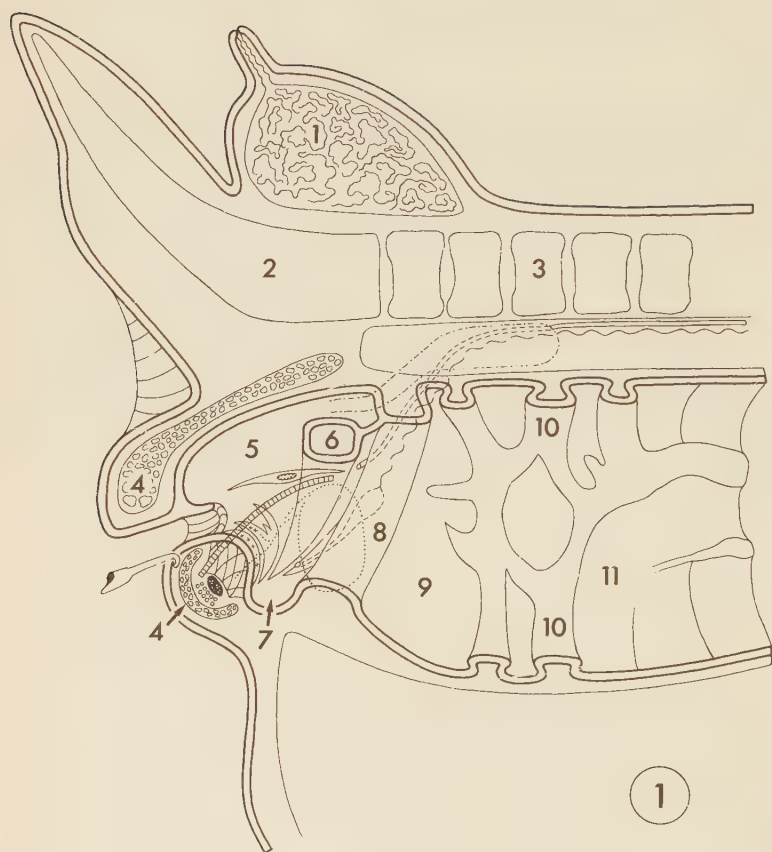
Die Topographie aller Haupt- und Nebenteile der äußeren Geschlechtsorgane des Hahnes wird dargestellt und nomenkaltorisch in Analogie zu den Verhältnissen bei den Säuget

tieren gekennzeichnet. Die äußerlich sichtbaren Hauptteile lassen individuelle und rassetypische Anordnungen erkennen. Variationen nach Größe, Form und Funktionshäufigkeit kommen hinzu. Danach folgen Angaben zu ihrer makroskopischen Größenentwicklung für beide Geschlechter.

Die histologischen Befunde gliedern alle Teile in interstitielle und parenchymatöse Strukturen, deren Entwicklung beschrieben wird. Dabei stellt sich heraus, daß das Parenchym aller Teile ein Lymphbildungsgewebe ist. An Nebenfunden werden Lymphzellnester und sensible Endkörperchen kurz beschrieben.

Funktionell müssen Vorstellungen über die Erektionsvorgänge beim Säugetier vergessen werden. Die ständig gefüllten Lymphsinus aller Haupt- und Nebenteile bedingen, daß eine von außen bewirkte Binnendruckerhöhung seitens des Kloakensphinkters die benötigte Erektion zuwege bringt, worin andere Autoren bestätigt werden.

ABBILDUNGEN



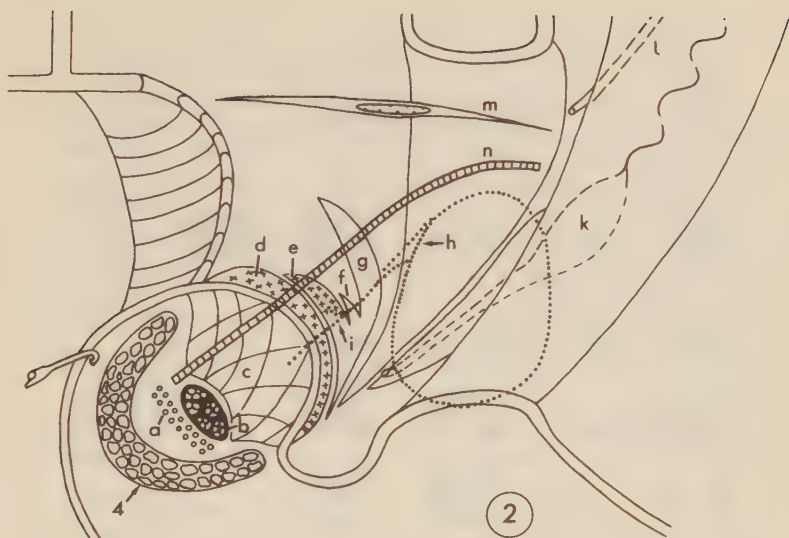


Abb. 1 und 2: Topographie des Kopulationsorganes beim ausgewachsenen Hahn, halbschematisch.

(Abb. 1 Übersicht, Abb. 2 Ausschnitt)

Die Schwellräume sind durch Kreuze resp. gebrochene Linien dargestellt.

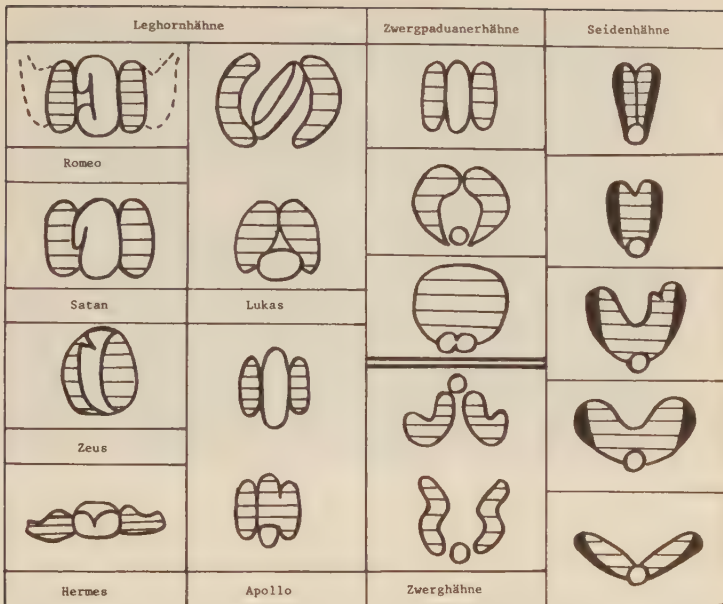
1 Bürzeldrüse; 2 Pygostyl; 3 Vertebrae coccygeae; 4 M. sphincter cloacae; 5 Proctodaeum; 6 Grenzfalte zwischen Proctodaeum und Urodaeum, wobei die histologische Grenze dem Kranialrand der Falte entspricht; 7 Urodaeum, der Pfeil zeigt auf den Anfangsteil der Samenrinne, der auch vom Proctodaeum mitgebildet wird; 8 Falte zwischen Coprodaeum und Urodaeum; 9 Coprodaeum; 10 Grenzfalte zwischen Coprodaeum und Enddarm; 11 Enddarm

a-c Corpus lymphospongiosum; a Stratum musculare; b Stratum adiposum; c Colliculus phalli; d Crura phalli; e Plica lymphatica; f, g Plicae paralympathicae; h Lage des Lymphobulbus; i Ductus bulbospongiosus; k Ampullenförmige Erweiterung des Ductus deferens, dessen Mündung auf eine Papille nicht besonders beziffert wurde; l Ureter; m glatter M. retractor phalli cran.; n quergestreifter M. retractor phalli caud.; Punktstrichlung = Lage der Bursa Fabricii beim Jungtier.

	100 LEGHORNHÄHNCHEN		LEGHORN und andere RASSEN			Bezeichnung des Grundtypus
	GRUNDTYPUS	HÄUFIGKEIT	VARIANTE a	VARIANTE b	VARIANTE c	
1		70 %				Sagittal- anordnung
2		15 %			—	Transversal- anordnung
3		14 %			—	Spitzdach- anordnung
4		1 %			—	V-Anordnung

③

Abb. 3: Anordnungsformen (Schemata) der äußeren Kopulationsorgane zueinander. Die Grundtypen wurden 100 Leghorn-Hähnen, deren Varianten Leghorn-Hähnen und Hähnen anderer Rassen entnommen.



4

Abb. 4: Äußere Kopulationsorgane nach der Natur gezeichnet, halbschematisch. Dorsale Ansicht.

weiß: Colliculus phalli

schraffiert: Crura phalli (bei Seidenhähnen im Randgebiet pigmentiert)

gestrichelt: Plicae lymphaticae

Bei allen Tieren wird der erschlaffte Zustand gezeigt, bei den Hähnen Lukas, Apollo und beim Zwerghahn in der unteren Hälfte dazu der erigierte Zustand.

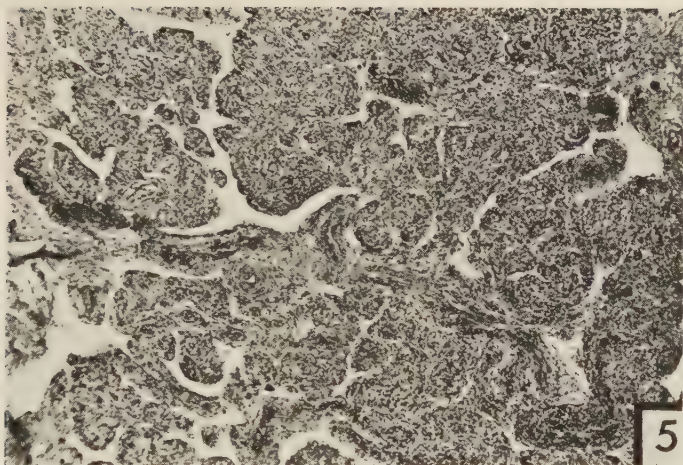


Abb. 5: Lymphobulbus phalli aus der Serie Ha 103.
Aus der Kapsel in der Mitte des linken Bildrandes
kommt ein sich aufzweigender Interstitialtrabekel.
Die fünf dunklen Stellen sind primäre
Lymphzellnester. 250x

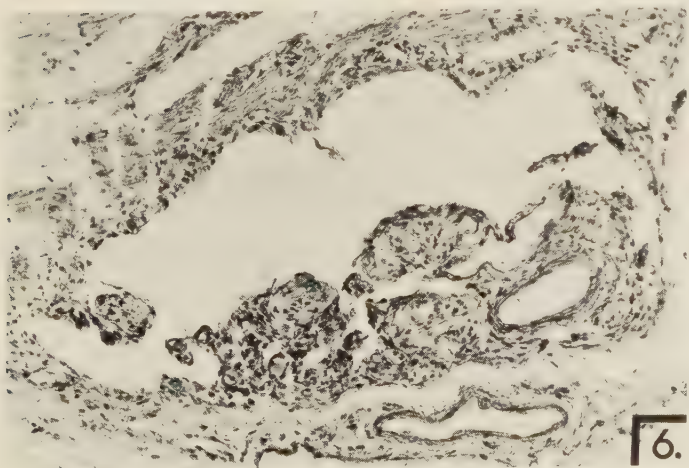


Abb. 6: Ductus bulbospongiosus aus der Serie Ha 5.
Unten im Bild Trabekel mit großer Arterie, Venen
und Nervenfaserbündeln sowie Parenchyminseln mit
gefüllten Kapillaren und Lymphsinus. 250x

Literaturverzeichnis

- BURROWS, W.H./J.P! QUINN (1937):
The collection of spermatozoa from the domestic fowl and turkey. Poultry Sci. 16, 19-24
- CUVIER: Zitiert bei J. MÜLLER (1838). Gelesen in der Kgl. Akad. Wiss. Berlin 1836
- ECKHARD, C. (1873):
Über die Erektion der Vögel. Beitrag zur Anatomie und Physiologie VII, Gießen, Beitr. An. Phys.
- HERTWIG, P. (1927):
Über eine Möglichkeit, bei frisch geschlüpften Küken das Geschlecht zu erkennen. Arch. Geflügelk. 1, 23 ff
- LAKE, P.E. (1957):
The male reproductive tract of the fowl. J. Anat. 91, 116-128
- LIEBE, W. (1914):
Das männliche Begattungsorgan der Hausente. Jena Z. Med. Naturw. 51, 627-696
- MACDONALD, E./L.W. TAYLOR (1933):
The rudimentary copulatory organ of the domestic fowl. J. Morph. 54, 429-449
- MARVAN, F. (1966):
Histologicke Posnámky K Postinkubačuímu Vyvojé kloaky kohautkü. Kand. dis. prace, Vysoká škola Zemedeská Praha 85-99
- MASUI, K./J. HASHIMOTO/I. ONO (1925):
Zitiert nach NISHIYAMA, H. (1950), J. Fac. Agric. Kyushu Univ. 12, 27-36
- MÜLLER, J. (1838):
Über zwei verschiedene Typen in dem Bau der erectilen männlichen Geschlechtsorgane bei den straußartigen Vögeln und über die Entwicklungsformen dieser Organe. Gelesen in der Kgl. Akad. Wiss. Berlin 1836. Gedruckt 1838
- MÜLLER, R. (1908):
Über den Tannenbergschen Körper. Arch. Phys. 122, 455-484
- NISHIYAMA, H. (1950 a):
Studies on the physiology of reproductive in the male fowl. I. On the accessory organs of the phallus. J. Fac. Agric., Kyushu Univ. 12, 27-36
(1950 b):
II. On the erection of the rudimentary copulatory organ (so called phallus). J. Fac. Agric., Kyushu Univ. 12, 37-46
(1950 c):
On the differences of the forms of phallus in the adult cock. J. Fac. Agric., Kyushu Univ. 12, 47-50

NISHIYAMA, H. (1954):

Studies on the reproductive physiology of the cock.
V. The influence of androgen on the accessory organs
of the phallus. 10. World's Poultry Congress.
Section Papers 88-91

(1955):

Studies on the accessory reproductive organs in the
cock. J. Fac. Agric., Kyushu Univ. 10, 277-305

NISHIYAMA, H./T. FUJISHIMA (1961):

On the erection of the accessory reproductive fluid
of the cock during natural copulation. J. Fac. Agric.,
Kyushu Univ. 4, 27-42

NISHIYAMA, H./K. OGAWA (1961):

On the function of the vascular body, an accessory
reproductive organ, of the cock. Jap. J. Zootech. Sci.
32, 89-98

PREUSS, F. (1972):

Anleitung zur Ganztierpräparation des Huhnes.
3. verbesserte Institutsauflage

ROMEIS, B. (1968):

Mikroskopische Technik. 16. Aufl., R. Oldenbourg,
München

TANNENBERG, G.G. (1810):

Abhandlung über die männlichen Zeugungstheile der
Vögel. H. Dieterich, Göttingen

Zu besonderem Dank bin ich Herrn Professor Dr. Fritz Preuß für die Überlassung des Themas und die mir jederzeit gewährte Unterstützung verpflichtet. Desgleichen danke ich der Firma Lohmann (Cuxhaven), Herrn W. Fricke (med. wiss. Zeichner), Frau Burchard (MTA), Fräulein Haß (MTA), Frau Meyendorf sowie allen übrigen Mitarbeitern des Institutes für Veterinär-Anatomie, -Histologie und -Embryologie der Freien Universität Berlin, die mir stets mit Rat und Tat zur Seite standen.

Lebenslauf

Am 18.6.1946 wurde ich, Dirk Berens von Rautenfeld als erstes Kind des Kameramannes Arndt Berens von Rautenfeld und seiner Ehefrau, der damaligen Journalistin und heutigen Katechetin Ursula geb. Balthasar in Berlin (Neu-Westend) geboren.

Von 1953 bis 1958 besuchte ich die Steuben-Schule, von wo ich auf die Waldschule überwechselte, um mein letztes Grundschuljahr zu absolvieren. Meine Gymnasialzeit verbrachte ich zwischen 1959 bis 1961 auf der Schele-Schule, von 1961 an auf dem naturwissenschaftlichen Zweig der Frhr.-vom-Stein-Schule, wo ich am 1.3.1967 die Reifeprüfung ablegte.

Im Sommersemester 1967 immatrikuliert, legte ich 1969 die Tierärztliche Vorprüfung ab. 1970 absolvierte ich den 1. Abschnitt der Tierärztlichen Prüfung, 1971 den zweiten und schließlich am 12.12.1972 den letzten Abschnitt des Staatsexamens. Am 3.1.1973 wurde mir vom Senator für Gesundheit und Umweltschutz die Bestallung als Tierarzt zuerkannt.

Druck:

Der Präsident der Freien Universität Berlin
- Universitätsdruckerei -

1 Berlin 41, Kelchstraße 31

